




**Pulse converter operating method involves using parallel current inverters in intermediate circuit operated with clock synchronous pulse width modulation to reduce resonance stimulation****Publication number:** DE10010350 (A1)**Publication date:** 2001-09-13**Inventor(s):****Applicant(s):** SETEC ELEKTRONISCHE ANTRIEBSRE [DE]**Classification:****- international:** *H02M1/12; H02M5/458; H02M7/527; H02M1/12; H02M5/00; H02M7/505; (IPC1-7): H02M5/44; H02M1/12; H02M7/515; H02M7/527***- European:** H02M1/12; H02M5/458B; H02M7/527**Application number:** DE20001010350 20000303**Priority number(s):** DE20001010350 20000303**Cited documents:** DE19807472 (A1) DE19704122 (A1) DE3840806 (A1) EP0762623 (A2)**Abstract of DE 10010350 (A1)**

The method involves the use of at least two parallel current inverters in the intermediate circuit and operated with clock synchronous pulse width modulation or PWM to reduce the stimulation of three-phase current and voltage resonances by parasitic impedances. The PWM is controlled so that the sequences of switching states are synchronized according to a fixed pattern within a pulse period.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database — Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift  
DE 100 10 350 A 1**

⑪ Aktenzeichen: 100 10 350.2  
⑫ Anmeldetag: 3. 3. 2000  
⑬ Offenlegungstag: 13. 9. 2001

⑭ Int. CL<sup>7</sup>:  
**H 02 M 5/44**  
H 02 M 7/515  
H 02 M 7/527  
H 02 M 1/12

**DE 100 10 350 A 1**

⑦ Anmelder:  
SETEC elektronische Antriebsregelung GmbH,  
01109 Dresden, DE

⑧ Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

⑨ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 198 07 472 A1  
DE 197 04 122 A1  
DE 38 40 806 A1  
EP 07 62 623 A2

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑩ Verfahren für Pulsrichter mit Spannungszwischenkreis zur Verminderung von Netzrückwirkungen und zur Reduzierung von Spannungsüberhöhungen durch Resonanzen

**DE 100 10 350 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf die Verwendung von Steuerungsvorrichtungen für einen oder mehrere Puls-Stromrichter mit Spannungszwischenkreis gemäß Fig. 1, der als Variante mindestens mit einem weiteren Stromrichter über den Zwischenkreis verbunden wird, wie z. B. für eine Konfiguration gemäß Fig. 3 gezeigt, bestehend aus Stromrichter auf der Maschinenseite und auf der Netzseite.

Die Erfindung bezieht sich auf die Anwendung von Steuerungsvorrichtungen für Pulsstromrichter, die eine Reduzierung der Netzrückwirkungen durch Variation der Zwischenkreisspannung sowie durch synchrone Steuerung der Stromrichter PWM bewirken. Zusätzlich wird durch die Variation des Zwischenkreises die Belastung der am Zwischenkreis aktiven Bauelemente reduziert, und durch die Anwendung synchronisierter Stromrichter gemäß Fig. 3, erfolgt eine Minderung von Spannungsüberhöhungen durch Resonanzen, die am Kabeln oder durch Elektromaschinen wegen deren parasitärer Kapazitäten entstehen können.

Bekanntinformationen sind die Netzrückwirkungen im Bereich der Pulsfrequenz und deren Vielfache abhängig von der Größe der Zwischenkreisspannung "Ud" wie in "[1] J. J. Wüst, Steuerungsverfahren für selbstgeführte Stromrichter" auf Seite 117 und folgenden beschrieben. Stand der Technik ist es die Zwischenkreisspannung "Ud" unabhängig vom Netzstrom und von der Netzspannung auf einen konstanten Wert zu regeln. Dies bedeutet, daß die Höhe der Zwischenkreisspannung für den Fall maximaler Netzspannung und für minimalen Spannungsabfall über der Netzdrossel  $L_s$  ausgelegt werden muß, und bei diesen Werten auch die Netzrückwirkungen minimal wurden. Nachteilig ist dabei, daß dieses Verfahren bei reduzierter Phasenspannung oder kleineren Strömen zu unnötig hohen Netz-Überschwingungen führt.

Das der Erfindung zu Grunde liegende Verfahren vermeidet diesen Nachteil dadurch, daß die Höhe des Zwischenkreises in Abhängigkeit von der am Stromrichter anliegenden Phasenspannung, sowie des jeweiligen Arbeitspunktes gesteuert wird. Die Zwischenkreisspannung wird dabei so geregelt, daß die Höhe gerade ausreicht, um die aktuell benötigte Stellgröße für die Netzspannung auszugeben. Der Stromrichter wird dadurch immer annähernd mit maximaler Modulationsgrad betrieben. Die Differenz zwischen der zum sicheren Betrieb benötigten Zwischenkreisspannung "Ud" wird im Reglerprogramm erlaubt und zu Null bzw. einer erforderlichen Stellreserve geregelt, die insbesondere bei dynamischer Laständerung benötigt wird. Somit wird eine Beeinflussung der Netzrückwirkungen durch Unterschiefe in der Höhe der Netzspannung, sowie durch unterschiedliche Belastung der Stromrichter, vermieden.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens der variablen Zwischenkreisspannung ist die Reduzierung der Spannungshohebelastung sowie der Stromanstiege im Zwischenkreis, da sich die Spannungs-differenz des Zwischenkreises zu der am netzseitigen oder maschinenseitigen Stromrichter anliegenden Spannung reduziert.

Der Erfindung liegt weiterhin zu Grunde, daß Netzrückwirkungen reduziert werden können, durch Synchronisierung der PWM zwischen maschinen- und netzseitigen Pulsstromrichtern, und dies gleichzeitig zur Verminderung von Resonanzen und Spannungs-Überhöhungen an dreiphasen- und dreiphasen-Verbrauchern führt.

Die Probleme von Stromrichtern mit Gleichspannungszwischenkreis gemäß Fig. 2, die über den Zwischenkreis verbunden sind, bestehen durch zusätzliche Verkopplung parasitärer Impedanzen des Nullsystems, wobei die Größe abhängig ist vom Typ der angeschlossenen Leitungen, von der Art und Dimensionierung der eingesetzten Filterele-

mente, sowie von der Sternpunktbehandlung von Transformatoren und Maschinen.

In Fig. 2 ist dies am Beispiel einer Kombination eines Netz- und eines Maschinenstromrichters verdeutlicht. Da der Sternpunkt des Netzes transformators geerdet ist fließt über die parasitäre Kapazität  $C_0$  ein Strom gegen Erde. Ähnliche Bedingungen entstehen bei Kabeln durch deren Kapazität gegen Erde.

Haben die einzelnen Stromrichter unterschiedliche Schaltzustände, treibt die Zwischenkreisspannung einen Strom durch  $C_0$ . Da Induktivitäten und Kapazitäten Schwingkreise bilden, kann dies zu unzulässigen Spannungen und Strömen führen, die eine Beschädigung von Anlagenteilen, z. B. der Wicklungs-Isolation einer Elektromaschine, verursachen können.

Außerdem verschlechtern die Ableitströme den Wirkungsgrad der Maschine und des Umrichters, was durch die Anordnung ebenfalls vermieden wird.

Eine verstärkte Anregung für eine Spannungserhöhung entsteht, wenn die Stromrichter der Netz- und Maschinenseite unterschiedliche Nullzustände haben, die Definition der Nullzustände wird in [1] Seite 158 beschrieben. Die größte Anregung wird verursacht wenn bei einem Stromrichter die 3 oberen Ventile eingeschaltet sind und beim anderen Stromrichter die 3 unteren gemäß Fig. 3.

Durch die Verwendung von Stromrichtern deren Schaltzustände für die Pulsweitenmodulation beider Wechselrichter nach einem festen Muster innerhalb einer Pulsperiode aufeinander folgen und deren Pulsperioden zueinander synchronisiert sind, wird diese Situation vermieden. Die kritische Schaltkombination der Wechselrichter, bestehend aus oberem und unterem Nullzustand, kann dadurch nicht mehr auftreten. Die Kombination gleicher Zustände (keine Anregung des Nullsystems) ist maximal.

Als Beispiel einer Pulsperiode kann die Abfolge folgender Schaltzustände eines Pulsstromrichters beschrieben werden.

oberer Nullzustand, aktiver Spannungszustand a, aktiver Spannungszustand b, unterer Nullzustand, aktiver Spannungszustand b, aktiver Spannungszustand a, oberer Nullzustand.

Grundsätzliche Voraussetzung für dieses Verfahren ist es, daß alle über einen Zwischenkreis verbundenen Stromrichter wie z. B. in Fig. 3 gezeigt, mit identischer Taktfrequenz arbeiten, die wahlweise fest eingestellt oder variabel sein kann.

Kommt es dennoch zu überhöhten Spannungen und Strömen durch Resonanzen, kann mittels zusätzlicher Null-Impedanz das Verhalten beeinflusst werden. Im Beispiel nach Abb. 2, wird  $C_0$  durch eine zusätzliche Kapazität erhöht. Die Resonanzfrequenz wird dadurch in weniger angeregte Bereiche verschoben und reduziert die Gesamt-Ableitströme bei gleichzeitiger weiterer Absenkung überhöhter Spannungen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb von Pulsstromrichtern mit DC-Spannungszwischenkreis, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Minderung der Anregung dreiphasen-seitiger Spannungs- und Stromresonanzen durch parasitäre Impedanzen, mindestens 2 im Zwischenkreis parallele Stromrichter mittels takt-synchroner PWM betrieben werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die PWM so gesteuert wird, daß die Abfolgen der Schaltzustände nach einem festen Muster innerhalb einer Pulsperiode zueinander synchronisiert sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfolgen der Schaltzustände aller Stromrichter immer zum selben Zeitpunkt und mit dem selben Nullzustand eine Pulsperiode beginnen müssen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonanzen durch Einfügen zusätzlicher Impedanzen zwischen Sternpunkt und Erde gedämpft werden können.
5. Verfahren zum Betrieb von mindestens einem Pulsrichter, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenkreisspannung in Abhängigkeit der Netzspannung  $u_N$  variiert wird, daß die Höhe gerade ausreicht um den Stromrichter mit maximalem oder annähernd maximalem Modulationsgrad zu betreiben.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenkreisspannung in Abhängigkeit des Stromrichter-Arbeitspunktes nachgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Spannungs- und Strombelastung der am Zwischenkreis aktiven Komponenten reduziert.
8. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Netzrückwirkungen verringern.

---

Hierzu 1 Serie(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

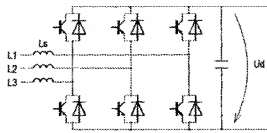
50

55

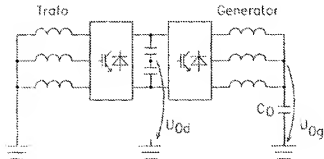
60

65

FIGUR 1 : Modell für Pulsstromrichter



FIGUR 2 : 2 Stromrichter am gemeinsamen Spannungszwischenkreis



FIGUR 3 : Modell für Zwischenkreisumrichter bestehend aus zwei Stromrichtern

